

特開平9-275651

(43)公開日 平成9年(1997)10月21日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 02 K 1/27	501		H 02 K 1/27	501 A
1/28			1/28	A
15/03			15/03	C

審査請求 未請求 請求項の数7 O.L (全7頁)

(21)出願番号 特願平8-82510  
 (22)出願日 平成8年(1996)4月4日

(71)出願人 000003078  
 株式会社東芝  
 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地  
 (72)発明者 石橋 文徳  
 三重県三重郡朝日町大字繩生2121番地 株式会社東芝三重工場内  
 (72)発明者 西沢 隆志  
 三重県三重郡朝日町大字繩生2121番地 株式会社東芝三重工場内  
 (72)発明者 望月 資康  
 三重県三重郡朝日町大字繩生2121番地 株式会社東芝三重工場内  
 (74)代理人 弁理士 佐藤 強

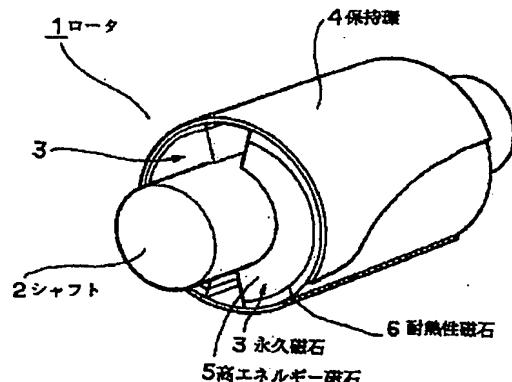
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 永久磁石回転電機

## (57)【要約】

【課題】 ロータに装着する永久磁石として高エネルギー磁石を使用可能にする。

【解決手段】 本発明の永久磁石回転電機は、シャフトに永久磁石を取り付けて構成されたロータを備えて成るものにおいて、永久磁石を、内側に配置された高エネルギー磁石と、外側に配置された耐熱性磁石とから構成したものである。この構成によれば、保持環を焼き嵌める場合に、耐熱性磁石だけが高温の保持環に直接接触し、高エネルギー磁石は高温の保持環に接触しなくなる。このため、焼き嵌め時に高エネルギー磁石が減磁しなくなるから、永久磁石として高エネルギー磁石を使用することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 シャフトに永久磁石を取り付けて構成されたロータを備えて成る永久磁石回転電機において、前記永久磁石を、内側に配置された高エネルギー磁石と、外側に配置された耐熱性磁石とから構成したことを特徴とする永久磁石回転電機。

【請求項2】 前記高エネルギー磁石と前記耐熱性磁石との間に防振部材を設けたことを特徴とする請求項1記載の永久磁石回転電機。

【請求項3】 前記耐熱性磁石を複数に分割すると共に、これら分割耐熱性磁石の間に継鉄ブロックを設けたことを特徴とする請求項1または2記載の永久磁石回転電機。

【請求項4】 磁性材製の保持環を前記永久磁石の外周に嵌合する構成において、前記耐熱性磁石の周方向の両端部に継鉄ブロックを設けたことを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の永久磁石回転電機。

【請求項5】 シャフトに永久磁石を取り付けて構成されたロータを備えて成る永久磁石回転電機において、前記永久磁石を、高エネルギー磁石用の磁石組成成分を主として内側に配置すると共に耐熱性磁石用の磁石組成成分を主として外側に配置するように成形型により前記両磁石組成成分を圧縮成形した後、この成形物を焼結することにより製造された複合磁石から構成したことを特徴とする永久磁石回転電機。

【請求項6】 前記複合磁石を製造する際に、前記耐熱性磁石用の磁石組成成分からなる外側層部分に小片状の継鉄ブロックを分散配置させたことを特徴とする請求項5記載の永久磁石回転電機。

【請求項7】 磁性材製の保持環を前記永久磁石の外周に嵌合する構成において、前記複合磁石のうちの少なくとも耐熱性磁石用の磁石組成成分からなる外側層部分の周方向の両端部に継鉄ブロックを設けたことを特徴とする請求項5または6記載の永久磁石回転電機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、シャフトに永久磁石を取り付けて構成されたロータを備えて成る永久磁石回転電機に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 例えば永久磁石電動機は、ロータのシャフトに永久磁石を取り付けると共に、この永久磁石の外周に円筒状の保持環を嵌合固定するように構成されている。この構成においては、ロータが高速回転して永久磁石に強い遠心力が作用したときに、保持環により永久磁石がロータから外れることを防止している。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上記構成では、保持環は、いわゆる焼き嵌めにより永久磁石の外周に嵌合固定されている。この焼き嵌めを行う場合、保持環を加熱し

て高温状態にしてから永久磁石の外周に嵌合しているため、永久磁石には保持環から熱が伝わり、永久磁石がかなり高温になる。一方、永久磁石は一般的に高温になると、磁気エネルギー及び発生磁束密度が減少してしまう性質、即ち、減磁してしまう性質がある。この場合、一度減磁すると、温度が下がっても元の特性に復帰しない（非可逆的減磁をする）磁石部分と、復帰する（可逆的減磁をする）磁石部分に別れるが、ロータに保持環を焼きばめる工程においては（ロータ表面は空気中にさらされるため）、復帰しない磁石部分が多くなるという傾向がある。更に、磁気エネルギー及び発生磁束密度が高い永久磁石である高エネルギー磁石は、図10に示すように、温度特性が悪く、高温になると急激に減磁してしまう特性がある。尚、図10は、高エネルギー磁石の磁化曲線の温度依存性を示す特性図である。

【0004】 これに対して、温度特性を良くして、高温になってもそれほど減磁しない特性を有する永久磁石、即ち、耐熱性磁石が開発されている（図11参照）。しかし、温度特性を良くすると、磁気エネルギー及び発生磁束密度が低くなってしまう不具合がある。一方、永久磁石電動機の出力を高くするためには、磁気エネルギー及び発生磁束密度が高い永久磁石を使用する必要がある。しかし、実際には、保持環を焼き嵌めにより取り付ける作業を行わなければならないので、永久磁石として磁気エネルギー及び発生磁束密度が低い耐熱性磁石を使わなければならなかった。

【0005】 そこで、本発明の目的は、永久磁石として高エネルギー磁石を使用することができる永久磁石回転電機を提供するにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明の永久磁石回転電機は、シャフトに永久磁石を取り付けて構成されたロータを備えて成る永久磁石回転電機において、前記永久磁石を、内側に配置された高エネルギー磁石と、外側に配置された耐熱性磁石とから構成したところに特徴を有する。

【0007】 上記構成によれば、内側に高エネルギー磁石を配置し、外側に耐熱性磁石を配置する構成としたので、保持環を焼き嵌めする場合に、耐熱性磁石だけが高温の保持環に直接接触し、高エネルギー磁石は高温の保持環に接触しなくなる。このため、焼き嵌め時に高エネルギー磁石が減磁しなくなるから、永久磁石として高エネルギー磁石を使用することができる。

【0008】 また、上記構成の場合、高エネルギー磁石と耐熱性磁石との間に防振部材を設けることが好ましい。更に、耐熱性磁石を複数に分割すると共に、これら分割耐熱性磁石の間に継鉄ブロックを設けることが好ましい構成である。更にまた、磁性材製の保持環を永久磁石の外周に嵌合する構成において、耐熱性磁石の周方向の両端部に継鉄ブロックを設けることが良い構成であ

る。

【0009】一方、シャフトに永久磁石を取り付けて構成されたロータを備えて成る永久磁石回転電機において、永久磁石を、高エネルギー磁石用の磁石組成成分を主として内側に配置すると共に耐熱性磁石用の磁石組成成分を主として外側に配置するように成形型により前記両磁石組成成分を圧縮成形した後、この成形物を焼結することにより製造された複合磁石から構成することが好みしい。

【0010】この構成の場合、複合磁石を製造する際に、耐熱性磁石用の磁石組成成分からなる外側層部分に小片状の継鉄ブロックを分散配置させることも良い構成である。また、磁性材製の保持環を永久磁石の外周に嵌合する構成において、複合磁石のうちの少なくとも耐熱性磁石用の磁石組成成分からなる外側層部分の周方向の両端部に継鉄ブロックを設けることが好みしい。

#### 【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明を永久磁石電動機に適用した第1の実施例について図1及び図2を参照しながら説明する。まず、永久磁石電動機のロータを示す図1において、ロータ1は、シャフト2と、このシャフト2の外周に取り付けられた複数の永久磁石3と、これら永久磁石3の外周に後述するようにして嵌合された円筒状をなす保持環4とから構成されている。

【0012】上記各永久磁石3は、図2にも示すように、全体としてほぼ半円筒状に形成されていると共に、内側に配置された高エネルギー磁石5と、外側に配置された耐熱性磁石6とを例えれば接着して構成されている。ここで、高エネルギー磁石5は、ネオジウム磁石、例えれば住友特殊金属(株)から製造販売されている商品名「NEOMAX-37」のネオジウム磁石から構成されている。このネオジウム磁石は、エネルギー積(B×H)が非常に高い永久磁石(即ち、磁気エネルギー及び発生磁束密度が高い永久磁石)である。

【0013】また、耐熱性磁石6は、希土類コバルト磁石、例えればサマリウムコバルト磁石や、住友特殊金属(株)から製造販売されている商品名「NEOMAX-2.8UH」のネオジウム磁石(この磁石は、図11に示すような磁化曲線の温度依存性を有しており、高温になつてもそれほど減磁しないように構成されたネオジウム磁石である)等から構成されている。このような永久磁石は、上記高エネルギー磁石5に比べるとエネルギー積が低い永久磁石であるが、温度特性が良い磁石(即ち、高温でも保持力が高い永久磁石)である。

【0014】そして、シャフト2に取り付けられた永久磁石3の外周に保持環4を嵌合固定するに際しては、焼き嵌めを行う。この場合、具体的には、保持環4を加熱して高温状態(例えば100℃程度)にしてその内径を拡開させてから、該保持環4を永久磁石3の外周に嵌合し、この後、保持環4を冷却してその内径を縮小するこ

とにより、保持環4を永久磁石3の外周に強固に固定している。このように強固に固定することにより、ロータ1が高速回転して永久磁石3に強い遠心力が作用しても、保持環4により永久磁石3がロータ1(のシャフト2)から外れることが防止される。

【0015】さて、上記保持環4の焼き嵌め作業を行う場合、永久磁石3のうちの外側に配置された耐熱性磁石6だけが高温の保持環4に直接接触し、内側に配置された高エネルギー磁石5は高温の保持環4に接触しない。このため、焼き嵌め作業時に高エネルギー磁石5が高温にならないから、高エネルギー磁石5が減磁する事がない。従って、永久磁石3として高エネルギー磁石5を使用する事が可能となり、それだけ永久磁石電動機の出力(回転力)を高くすることができる。

【0016】ところで、上記実施例では、高エネルギー磁石5と耐熱性磁石6を直接接着する構成とした。このため、両磁石5、6の間に接触界面が存在するようになり、両磁石5、6の寸法誤差や熱膨張率の違いなどによって、保持環4が永久磁石3を拘束する拘束力が不均一になり、がたや隙間が発生することがあった。そして、永久磁石の材質は一般的に硬質材料であるから、永久磁石は非常に脆く、衝撃により破損し易いという性質がある。また、電動機は、運転時に衝撃が発生し易い。このため、両磁石5、6の間の界面を極力少なくする必要がある。

【0017】これに対して、高エネルギー磁石5と耐熱性磁石6との間に防振部材、例えれば防振材料からなるシートを設けること、具体的には、シートを介在させて両磁石5、6を接着する構成が考えられる。このように構成すると、両磁石5、6の間に、がたや隙間がなくなるから、運転時に衝撃が発生しても両磁石5、6が破損することを極力防止できる。

【0018】一方、上記第1の実施例のように、高エネルギー磁石5と耐熱性磁石6とを接着した場合、高エネルギー磁石5から発生する磁束が耐熱性磁石6の持つ性能(磁気抵抗、最大許容磁束密度等の性能)により制限されてしまうことがある。この場合、高エネルギー磁石5からの発生磁束の一部が漏れ磁束となってロータ1の表面に到達しないことがある。このようになると、動作磁束密度(即ち、ギャップ磁束密度)が2つの磁石5、6の合成値よりも低下するため、十分な電動機性能を得ることができなくなるという欠点が生ずる。

【0019】このような欠点を解消するために、図3に示す本発明の第2の実施例のように構成することが好みしい。以下、この第2の実施例について、第1の実施例と異なるところを説明する。尚、第1の実施例と同一部分には同一符号を付している。上記第2の実施例では、永久磁石3の耐熱性磁石5を複数に分割すると共に、これら分割耐熱性磁石7の間に継鉄ブロック8を設けることにより、耐熱性磁石5の一部分を継鉄ブロック8で置

き換えるように構成されている。上記継鉄ブロック8は、鉄やコバルト等の大きな飽和磁束密度を持つ材料で形成されている。また、上述した以外の第2の実施例の構成は、第1の実施例の構成と同じ構成となっている。

【0020】従って、上記第2の実施例においても、第1の実施例と同じ作用効果を得ることができる。特に、第2の実施例では、分割耐熱性磁石7の間に継鉄ブロック8を配設する構成としたので、高エネルギー磁石5からの発生磁束が継鉄ブロック8を通ってロータ1の表面に達し、ロータ1の回転力に寄与するようになる。このため、高エネルギー磁石5の発生磁束密度が減衰しなくなるから、十分な電動機性能（出力）を得ることができる。

【0021】また、上記各実施例においては、保持環4を磁性材料により形成することが好ましい構成である。この構成によれば、ギャップが実効的に小さくなるため、大きな回転エネルギーを得ることができる。しかし、上記構成の場合、保持環4がリング状（円筒状）であるため、一部の磁束が隣の磁極に流れ漏れ磁束となり、この分の磁束が回転力に寄与しなくなることがある。

【0022】このような不具合を解消するために、図4に示す本発明の第3の実施例のように構成することが好ましい。以下、この第3の実施例について、第1の実施例と異なるところを説明する。尚、第1の実施例と同一部分には同一符号を付している。上記第3の実施例では、磁性材製の保持環4を永久磁石3の外周に焼き嵌めにより嵌合固定すると共に、耐熱性磁石6の周方向の両端部に角棒状の継鉄ブロック9を配設するように構成されている。この構成の場合、耐熱性磁石6の周方向の両端部を、高エネルギー磁石4の周方向の両端部よりも短く構成して、耐熱性磁石6の両端部に凹部を形成し、この凹部に上記継鉄ブロック9を収容して例えば接着固定するように構成されている。上記継鉄ブロック9は、鉄やコバルト等の大きな飽和磁束密度を持つ材料で形成されている。

【0023】尚、上述した以外の第3の実施例の構成は、第1の実施例の構成と同じ構成となっている。従って、第3の実施例においても、第1の実施例と同じ作用効果を得ることができる。特に、第3の実施例では、耐熱性磁石6の周方向の両端部に継鉄ブロック9を配設する構成としたので、2層の磁石5、6のうちの高エネルギー磁石5から発生する余った磁束を継鉄ブロック9を通して保持環4の磁極部の両端部分に流してその部分を磁気飽和させることにより、非磁性化する構成となっている。これによって、回転力に寄与する磁束が漏れることを極力防止できる。

【0024】図5及び図6は本発明の第4の実施例を示すものであり、第3の実施例と異なるところを説明する。尚、第3の実施例と同一部分には同一符号を付して

いる。上記第4の実施例では、細長い板状の継鉄ブロック10を永久磁石3の周方向の両端面部に接触するように配設している。この構成の場合、継鉄ブロック10は、耐熱性磁石6及び高エネルギー磁石5の各周方向の両端部に接触する構成となっている。上記継鉄ブロック10は、鉄やコバルト等の大きな飽和磁束密度を持つ材料で形成されている。

【0025】この構成によれば、図6にて矢印で示すように、高エネルギー磁石5から発生する余った磁束が継鉄ブロック10を通って保持環4の磁極部の両端部分に流れ、その部分を磁気飽和させることにより、非磁性化するように構成されている。尚、上述した以外の第4の実施例の構成は、第3の実施例の構成と同じ構成となっている。従って、第4の実施例においても、第3の実施例と同じ作用効果を得ることができる。

【0026】図7は本発明の第5の実施例を示すものであり、第1の実施例と異なるところを説明する。尚、第1の実施例と同一部分には同一符号を付している。上記第5の実施例では、高エネルギー磁石用の磁石組成成分11を主として内側に配置すると共に耐熱性磁石用の磁石組成成分12を主として外側に配置するように成形型13により上記両磁石組成成分11、12を圧縮成形した後、この成形物を焼結することにより複合磁石を製造する構成である。そして、この複合磁石からロータ1の永久磁石3を構成し、この永久磁石3をロータ1のシャフト2に取り付けるように構成している。

【0027】尚、上記複合磁石は、成分調整により高エネルギー磁石5及び耐熱性磁石5を製造可能な磁石材料を用いる場合に、実際に製造することができる。また、上記成形型13は、固定型13aと可動型13bから構成されており、これら型13a、13bにより永久磁石3の形状と同じ形状のキャビティ13cを形成するように構成されている。そして、上述した以外の第5の実施例の構成は、第1の実施例の構成と同じ構成となっている。

【0028】従って、上記第5の実施例においても、第1の実施例と同じ作用効果を得ることができる。特に、第5の実施例では、高エネルギー磁石用の磁石組成成分11を主として内側に配置すると共に耐熱性磁石用の磁石組成成分12を主として外側に配置して製造された複合磁石によりロータ1の永久磁石3を構成したので、高エネルギー磁石5と耐熱性磁石6の間に界面存在する第1の実施例とは異なり、そのような界面をなくすことができる。従って、電動機の運転時に衝撃が発生したときに永久磁石3が破損することをより一層防止することができる。

【0029】図8及び図9は本発明の第6の実施例を示すものであり、第5の実施例と異なるところを説明する。尚、第5の実施例と同一部分には同一符号を付して

いる。上記第6の実施例では、複合磁石を製造する場合

に、耐熱性磁石用の磁石組成成分12からなる外側層部分に多数の小片状の継鉄ブロック14を図8及び図9に示すように分散配置させるように構成している。そして、継鉄ブロック14を分散配置させた後、両磁石組成成分11、12を圧縮成形し、更に、この成形物を焼結することにより複合磁石を製造するようにしている。尚、上記継鉄ブロック14は、鉄やコバルト等の大きな飽和磁束密度を持つ材料で形成されていると共に、断面形状が円形となるように形成されている。また、上述した以外の第6の実施例の構成は、第5の実施例の構成と同じ構成となっている。

【0030】従って、第6の実施例においても、第5の実施例と同じ作用効果を得ることができる。特に、第6の実施例では、永久磁石3用の複合磁石を製造する際に、耐熱性磁石用の磁石組成成分12からなる外側層部分に小片状の継鉄ブロック14を分散配置させるように構成したので、複合磁石の高エネルギー磁石部分からの発生磁束が継鉄ブロック14を通ってロータ1の表面に達し、ロータ1の回転力に寄与するようになる。このため、高エネルギー磁石部分の発生磁束密度が減衰しなくなるから、十分な電動機性能を得ることができる。

【0031】また、上記第6の実施例では、小片状の継鉄ブロック14の形状を断面円形となるように構成したので、成形型13により圧縮成形したときや、圧縮成形した成形物を焼結したときに、継鉄ブロック14と磁石との間に隙間が生ずることを極力防止できると共に、残留応力や熱応力の発生を緩和することができ、また、振動時や衝撃時に境界面にクラックが生ずることを極力防止できる。

【0032】尚、上記第6の実施例において、永久磁石3を構成する複合磁石のうちの少なくとも耐熱性磁石部分（即ち、耐熱性磁石用の磁石組成成分からなる外側層部分）の周方向の両端部に継鉄ブロックを設けるように構成することが好ましい。この構成によれば、回転力に寄与する磁束が漏れることを極力防止することができ

る。尚、上記継鉄ブロックは、鉄やコバルト等の大きな飽和磁束密度を持つ材料で形成されている。また、上記各実施例では、本発明を永久磁石電動機に適用したが、これに代えて、永久磁石発電機に適用しても良い。

### 【0033】

【発明の効果】本発明は以上の説明から明らかのように、永久磁石を、内側に配置された高エネルギー磁石と、外側に配置された耐熱性磁石とから構成したので、焼き嵌め時に高エネルギー磁石が減磁しなくなるから、永久磁石として高エネルギー磁石を使用することが可能となるという優れた効果を奏する。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を示すロータの一部破断斜視図

【図2】保持環を取り付ける前のロータの斜視図

【図3】本発明の第2の実施例を示すロータの部分正面図

【図4】本発明の第3の実施例を示すロータの部分正面図

【図5】本発明の第4の実施例を示す図4相当図

【図6】作用説明用のロータの部分正面図

【図7】本発明の第5の実施例を示す成形型の縦断面図

【図8】本発明の第6の実施例を示す図3相当図

【図9】永久磁石及び保持環の破断側面図

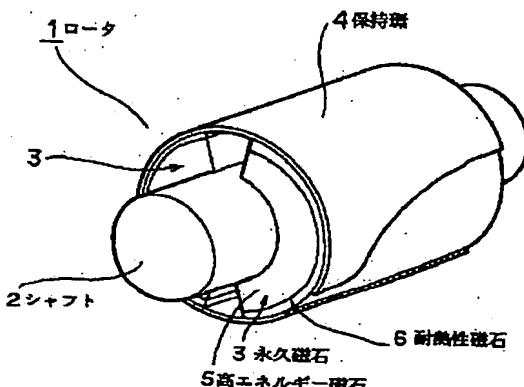
【図10】高エネルギー磁石の磁化曲線の温度依存性を示す特性図

【図11】耐熱性磁石の磁化曲線の温度依存性を示す特性図

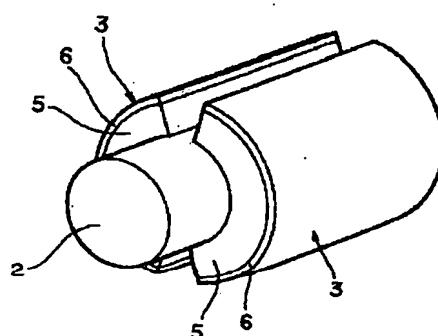
### 【符号の説明】

1はロータ、2はシャフト、3は永久磁石、4は保持環、5は高エネルギー磁石、6は耐熱性磁石、7は分割耐熱性磁石、8は継鉄ブロック、9は継鉄ブロック、10は継鉄ブロック、11は高エネルギー磁石用の磁石組成成分、12は耐熱性磁石用の磁石組成成分、13は成形型、14は継鉄ブロックを示す。

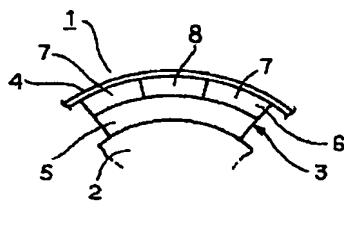
【図1】



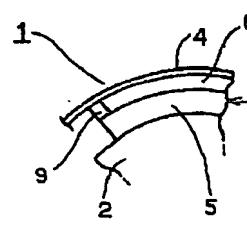
【図2】



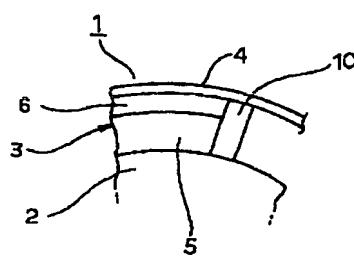
【図3】



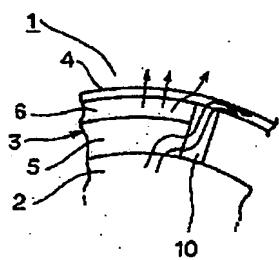
【図4】



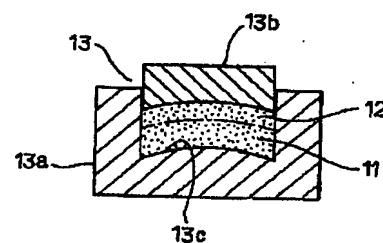
【図5】



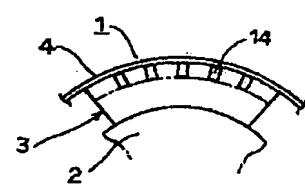
【図6】



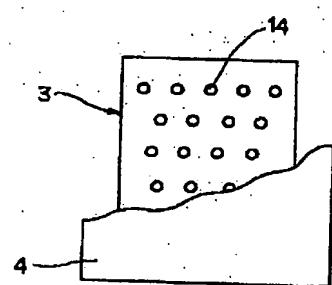
【図7】



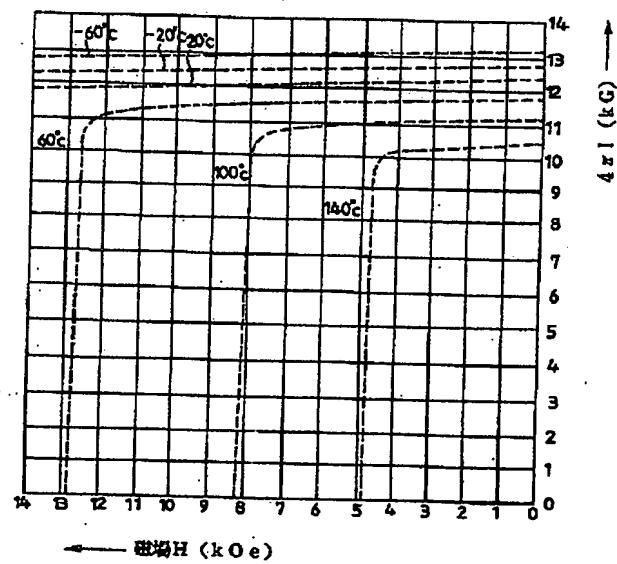
【図8】



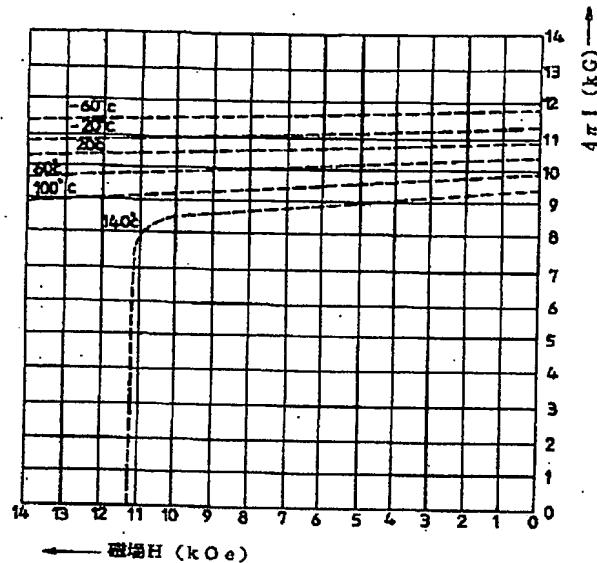
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 堀 和人

神奈川県横浜市鶴見区末広町2-4 株式  
会社東芝京浜事業所内

(72)発明者 霜村 英二

神奈川県横浜市鶴見区末広町2-4 株式  
会社東芝京浜事業所内